

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 2 3 日  
Date of Application:

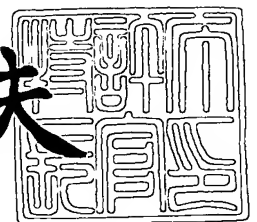
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 0 8 2 2 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 0 8 2 2 7 ]

出      願      人            松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月   5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 2 5 6 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032440154

【提出日】 平成14年10月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 北岡 康夫

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 山本 和久

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103355

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

    【識別番号】 100109667

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 浩樹

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コヒーレント光源と、その駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性領域と非活性領域である位相調整領域から構成され、前記位相調整領域の活性層は無秩序化されている 2 電極半導体レーザ。

【請求項 2】 前記 2 電極半導体レーザと、分布ブラッグ反射器（DBR）領域が形成された光導波路デバイスから構成され、前記 2 電極半導体レーザから出射したレーザ光は前記光導波路デバイスの光導波路に光学的に結合されている構成において、前記 2 電極半導体レーザから出射したレーザ光の一部分は前記 DBR 領域により反射し前記 2 電極半導体レーザに光帰還し発振波長がロックされることを特徴とするコヒーレント光源。

【請求項 3】 前記 2 電極半導体レーザの出射端面と前記光導波路デバイスの入射端面が対向しており、前記半導体レーザから出射したレーザ光は前記光導波路デバイスの光導波路に直接光結合していることを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 4】 前記 2 電極半導体レーザから出射したレーザ光は前記光導波路デバイスの光導波路に光ファイバーやレンズにより光結合していることを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 5】 前記位相調整領域には、回折格子が形成されておらず、活性層が無秩序化されおり、電流注入によるレーザ発振が生じず屈折率変化が生じること

を特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 6】 前記光導波路デバイスが、第 2 高調波発生を利用した波長変換デバイスであることを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 7】 前記位相調整領域には電極が形成され、電流または電圧を印加することにより、前記半導体レーザの共振器内部の位相状態を変化できることを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 8】 前記 DBR 領域が、前記光導波路デバイスの前記半導体レーザ側の端面付近に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 9】前記位相調整領域以外の前記半導体レーザの端面付近に、活性層が無秩序化された非活性領域が形成され、前記非活性領域には電流が注入されないことを特徴とする請求項 2 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 10】前記波長変換デバイスの位相整合波長と、前記 DBR 領域の DBR 波長との波長差が 2 nm 以下であることを特徴とする請求項 6 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 11】動作温度範囲において、前記波長変換デバイスの位相整合波長が、前記 DBR 領域の DBR 波長よりも長波長側にあることを特徴とする請求項 5 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 12】前記光導波路デバイスが、光変調器であることを特徴とする請求項 1 に記載のコヒーレント光源。

【請求項 13】請求項 2 に記載のコヒーレント光源において、前記 DBR 領域および前記位相調整領域に注入する電流及び電圧を同時に変化させることにより、前記半導体レーザの発振波長を連続的に可変することを特徴とするコヒーレント光源の駆動方法。

【請求項 14】請求項 2 に記載のコヒーレント光源において、前記活性領域および前記位相調整領域に注入する電流及び電圧を逆位相で変化させることにより、前記半導体レーザの出力を強度変調することを特徴とするコヒーレント光源の駆動方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信分野や光情報処理分野で用いられるコヒーレント光源に関するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年、波長可変可能な半導体レーザが、光通信分野や非線形効果を用いた第 2 高調波発生の基本波として注目されている。半導体レーザ上にグレーティングが集積化された、分布帰還型 (distributed feedback :

DFB) 半導体レーザ並びに分布反射型 (distributed Bragg reflector : DBR) 半導体レーザは、レーザ単体で単一縦モード発振が可能な半導体レーザである。DBR 半導体レーザは、Kogelnik et. al. により 1971 年に提案された。また DFB 半導体レーザは、1975 年に中村らにより初めて室温連続発振の成功が報告された。現在、DBR 半導体レーザおよび DFB 半導体レーザは、長距離・大容量の光通信システムを実現する上で重要な光部品と成っている。

#### 【0003】

波長可変方式としては、DBR 半導体レーザ上の DBR 部に電流注入し、プラズマ効果や温度変化により屈折率変化を与えることで、発振波長をチューニングすることが提案されている。

#### 【0004】

波長可変機能を有する DBR 半導体レーザについて説明する。図 9 に、3 電極構造の AlGaAs 系波長可変 DBR 半導体レーザの構成を示した。n-GaAs 基板 16 上に MOCVD (有機金属気相化学堆積法: MOCVD=metal organic chemical vapor deposition) 装置を用いてエピタキシャル成長により、n-AlGaAs を成長させた後、AlGaAs のダブルヘテロ活性層 17 を形成する。1 回目の成長後、電子ビーム描画や干渉露光によりグレーティング 18 を形成する。グレーティング 18 を形成した後、DBR 領域 19 と、位相調整領域 20 には、活性層 17 にシリコンを注入し無秩序化を行い、パッシブな光導波路を形成する。2 回目の成長として電流ブロック層として p-AlGaAs を積層し、フォトリソグラフィ技術により、リブ構造の光導波路を形成している。3 回目の結晶成長を行い、p-AlGaAs クラッド層およびコンタクト層を積層し、最後に n 側および p 側には、電流注入するための電極 21 を形成する。

#### 【0005】

3 電極構造 AlGaAs 系波長可変 DBR 半導体レーザは、しきい値が 25 mA で、活性領域 22 への注入電流 (動作電流) 150 mA に対し出力 90 mW が得られている。また、DBR 領域 19 への注入電流 (DBR 電流) を変化させ、

DBR領域19の屈折率を熱的に変化させることにより、2nm程度の波長可変が実現される。波長可変時においても発振波長は単一縦モードに維持された。また、DBR電流19 ( $I_{\text{dbr}}$ ) と位相調整領域20への注入電流 (位相電流:  $I_{\text{ph}}$ ) を  $I_{\text{dbr}}/I_{\text{ph}}=0.63$  の関係を保持して、同時に制御すると連続的な波長可変特性が実現できる (例えば、特許文献1 参照)。

#### 【0006】

また、2電極半導体レーザについても (特許文献2) に記載されているが、これはグレーティングが半導体レーザ内部に形成されており、位相調整領域を半導体レーザ内部に形成していないため、発信波長を連続的に可変することができないものであり、本発明とは異なる。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開昭63-147387号公報 (第4頁、第3図、第5図)

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、波長可変DBR半導体レーザやDFB半導体レーザにおいては、単一モード性、およびその波長可変特性が重要である。この特性を満足するためには、半導体レーザ上に形成されたDBR領域の均一性が重要となる。DBR領域の均一性は、反射特性に影響する。反射率は、半導体レーザの発振特性に大きく影響し、しきい値やスロープ効率を変化させる。また、反射スペクトラム特性は、単一モード特性に大きく影響し、2ピーク特性やブロードな反射特性はマルチ縦モード発振を引き起こす。

#### 【0009】

半導体レーザ上のDBR領域形成の課題は、2インチや3インチの大きなウェハー内に均一なグレーティング形成が困難であることにある。通常、グレーティング形成は、結晶成長 (1次成長) させたGaAs基板上にレジストを塗布し、干渉露光やEB (電子ビーム) 露光により周期構造を形成し、その後エッチングにより基板にグレーティングを転写する。イオン注入や熱拡散により活性層を無秩序化し、その上に再び結晶成長 (2次成長: 電流ブロック層の形成) を行う。

その後、導波路ストライプ形成を行った後、3回目の結晶成長（コンタクト層、クラッド層の形成）を行い、電極形成を行って作製される。そのため、形成されたDBRグレーティングは、1）レジストのON/OFF比、2）エッチングによる転写の制御性、3）再成長の制御性などのバラツキが、DBR領域の反射率およびスペクトラム幅の特性に大きな影響を与える。結果として、波長可変DBR半導体レーザのしきい値、スロープ効率、単一モード特性、波長可変特性などを劣化させる。

#### 【0010】

その他の課題として、AlGaAs系半導体レーザではプラズマ効果が小さく、波長可変速度が遅いことがある。また、通常のパブリペロー半導体に外部グレーティングを用いる方法も提案されているが、反射型のグレーティングやファイバグレーティングなどを用いた構成では、連続的な波長可変特性、すなわち共振器内の位相状態の微調整が困難である。

#### 【0011】

そこで、本発明は上記の課題を解決し、簡単な構成で、低コストで安定なコヒーレント光源を提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明のコヒーレント光源は、

(1) 活性領域と位相調整領域とが形成されている2電極半導体レーザと、分布ブラッグ反射器（DBR）領域が形成された光導波路デバイスから構成され、前記2電極半導体レーザから出射したレーザ光は前記光導波路デバイスの光導波路に光学的に結合されている構成において、前記2電極半導体レーザから出射したレーザ光の一部分は前記DBR領域により反射し前記2電極半導体レーザに光帰還し発振波長がロックされ、前記2電極半導体レーザ上位相調整領域において安定化される、そのことによって、上記の目的が達成される。

#### 【0013】

ある実施の形態では、前記2電極半導体レーザの出射端面と前記光導波路デバイスの入射端面が対向しており、前記半導体レーザから出射したレーザ光は前記



光導波路デバイスの光導波路に直接光結合している。

【0014】

ある実施の形態では、前記半導体レーザから出射したレーザ光は前記光導波路デバイスの光導波路に光ファイバーやレンズにより光学的に結合している。

【0015】

ある実施の形態では、前記位相調整領域の活性層が無秩序化されていても良く、これによりパッシブな光導波路を形成することが出来るという作用を有する。

【0016】

ある実施の形態では、前記光導波路デバイスが、第2高調波発生を利用した波長変換デバイスでも良い。

【0017】

ある実施の形態では、前記位相調整領域には電極が形成されていても良く、これにより電流または電圧を印加することで、前記半導体レーザの共振器内部の位相状態を変化できるという作用を有する。

【0018】

ある実施の形態では、前記DBR領域が、前記光導波路デバイスの前記半導体レーザ側の端面付近に形成されていても良く、これにより前記半導体レーザの出射端面とDBRグレーティング10の反射面はほぼ同じものと考えることができ、安定な共振器が構成出来るという作用を有する。

【0019】

ある実施の形態では、前記位相調整領域以外の前記半導体レーザの端面付近に、活性層が無秩序化された非活性領域が形成されていても良く、前記非活性領域には電流が注入されない。

【0020】

ある実施の形態では、前記波長変換デバイスの位相整合波長と、前記DBR領域のDBR波長との波長差が2nm以下でも良い。

【0021】

ある実施の形態では、前記波長変換デバイスの位相整合波長が、前記DBR領域のDBR波長よりも長波長側にあっても良い。

## 【0022】

ある実施の形態では、前記光導波路デバイスが、光変調器であっても良い。

## 【0023】

また、本発明のコヒーレント光源駆動方法は、

(2) コヒーレント光源において、前記DBR領域および前記位相調整領域に注入する電流及び電圧を同時に変化させることにより、前記半導体レーザの発振波長を連続的に可変する、そのことによって、上記の目的が達成される。

## 【0024】

さらに、本発明のコヒーレント光源駆動方法は、

(3) コヒーレント光源において、前記活性領域および前記位相調整領域に注入する電流及び電圧を逆位相で変化させることにより、前記半導体レーザの出力を強度変調する、そのことによって、上記の目的が達成される。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

## (実施の形態1)

本発明の位相調整領域を有する2電極半導体レーザと、DBR領域が形成された光導波路型第2高調波(SHG: Second harmonic generation)デバイスから構成される短波長光源について説明する。

## 【0026】

図1に、概略構成図を示す。まず、活性領域2と位相調整領域3を有する2電極半導体レーザについて説明する。1回目の成長でGaAs基板1上にMOCVD(有機金属気相化学堆積法: MOCVD=metal organic chemical vapor deposition)を用いてAlGaAs系のダブルヘテロ構造を形成する。その上に電流ブロック層を形成し、その後エッチングにより導波路のストライプを形成する。次に、イオン注入や不純物熱拡散により、位相調整領域と端面の窓構造部6の活性層4を無秩序化する。図1a)に示すように、活性領域2側の端面からレーザ光を取り出してもよい、または、図1b)に示すように、位相調整領域3側の端面からレーザ光を取り出してもよい。2回目の結晶成長を行い、クラッド層およびコンタクト層を形成し、最後に電極

5を形成する。端面の窓構造6部の電極部は、活性領域2および位相調整領域3と電氣的に分離され、非電流注入部となる。得られたウェハは劈開し、端面をコーティングし、さらに2次劈開してチップ化される。本実施例では端面の反射率を、前端面5%、後端面95%とした。上記作製方法は、通常の窓構造6のみを有する赤外(AlGaAs)および赤色(AlGaInP)半導体レーザと同じ工程であり、量産化に適した作製工程である。

#### 【0027】

作製工程を比較するために図10にDBR半導体レーザのある実施例における斜視図を、図2に2電極半導体レーザのある実施例における斜視図を示す。両者の作製工程を比較すると、DBR半導体レーザでは図10においてn型GaAsバッファ層113から回折格子118を形成するための層までを1回目の成長で作成する。次に第二光ガイド層119から電流ブロック層121までを2回目の成長で作成し、第四クラッド層122とコンタクト層123を3回目の成長で作成する必要がある。それに対し、本発明による2電極半導体レーザでは内部に回折格子を形成する必要がないため、図2のn型GaAsバッファ層102から電流ブロック層109までを1回目の成長で行い、第四クラッド層110とコンタクト層111を2回目の成長で作成すれば良い。

#### 【0028】

以上のように、DBR半導体レーザでは全製作工程で3回の結晶成長を行う必要があったのに対して、2電極半導体レーザでは電流ブロック層形成までを一次成長で行えるため、全製作工程で2回の結晶成長を行うだけで良い。このため、プロセスも簡略化でき、低コスト化、高歩留まりプロセスに適している。また、共振器長も3電極のDBR半導体レーザでは、例えば活性領域 $700\mu\text{m}$ 、位相調整領域 $300\mu\text{m}$ 、DBR領域 $500\mu\text{m}$ と、チップ長さが1.5mm程度あるが、本発明で提案する位相調整領域を有する2電極半導体レーザでは、DBR領域がないためチップ長が1mmと低減でき、1ウェハから取れるチップ数も増加し、低コスト化に適している。さらに、DBR領域がないため、必要とされる特性もDBR領域に依存せず、電流-出力特性、遠視野特性、信頼性など、通常のFPレーザとほぼ同程度の歩留まりが得られた。また、端面の窓構造部の活

性層が無秩序化され、この部分には電流が注入されないため、発振波長に対して透明な窓を構成でき、高出力動作時においても端面が破壊することなく、安定な動作を実現できる。

#### 【0029】

次に、DBR領域が集積化された光導波路型SHGデバイスを、図3を用いて説明する。基板としてMgが5mol%ドープされた1.5度オフカットMgO:LiNbO<sub>3</sub>基板7が用いられた。+x面に楕形電極と平行電極を形成し、楕形電極(周期:2.8μm)をGNDとし、平行電極にマイナス電界(5kV、25msec)を印加する。周期的反転領域8に直行して光導波路9を形成する。周期的反転領域8は光導波路9形成部分全域に形成されている。光導波路9形成方法としては、1)プロトン交換、2)イオン拡散、3)リッジ加工があり、本実施例では2)プロトン交換を用いる。光導波路9は、ピロリン酸中でプロトン交換し、LiとHを交換することで屈折率を上昇させることで形成される。周期的反転領域8により擬似位相整合条件が満足し、基本波の波長が位相整合波長に一致すると高効率の波長変換が実現される。

#### 【0030】

次に、DBR領域のDBRグレーティング10を形成する。DBRグレーティング10の周期とブラッグ波長の関係は、以下の式となる。

#### 【0031】

$$2n\Lambda = m\lambda \quad (1)$$

n:実効屈折率(2.16)、Λ:分極反転周期、m:整数、λ:波長である。波長820nmに対する2次のDBRグレーティング10を形成するため、マスクの周期を380nmに設計した。分極反転領域8と光導波路9が形成されたMgO:LiNbO<sub>3</sub>基板上にレジストを塗布し、マスクにより露光して形成したレジストグレーティングの上に屈折率の大きなTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>11のスパッタ膜を形成し光導波路上に作製した。DBRグレーティング10上には薄膜ヒーター12を形成した。光導波路デバイスの端面は、半導体レーザ光の波長に対して無反射コートが施されている方が望ましい。それは、LiNbO<sub>3</sub>基板では屈折率が2.16あるためその反射率は14%程度あり、DBRグレーティングからの反射

と重なってしまい、その波長選択性を劣化させるためである。

### 【0032】

反射特性を測定したところ、反射率はDBR長0.5mmに対して、20%程度が得られた。また、そのときの反射スペクトラムの半値全幅は、0.6nm程度と狭い特性が得られた。半導体レーザの縦モード間隔も0.1nm程度であるが、半導体レーザは少しの損失差で発振するため、単一縦モード特性を得るには十分な特性（反射率、スペクトラム幅）を得た。

### 【0033】

次に、2電極半導体レーザとDBR領域が形成された光導波路型SHGデバイスを用いて、半導体レーザの縦モード安定化を検討した。図4に概略構成図を示す。Siサブマウント15上に、2電極半導体レーザ13をFace-downで固定する。次に、光導波路型SHGデバイス14の光導波路9面がSiサブマウントに対向するように紫外線硬化剤で固定する。2電極半導体レーザの出射端面と光導波路デバイスの入射端面の距離は1 $\mu$ m程度に設定されている。本実施例の特長は、2電極半導体レーザの出射端面と光導波路デバイスの入射端面が対向かつ近接していて、またDBR領域（DBRグレーティング10）が光導波路デバイスの2電極半導体レーザ側の端面付近に形成されていることである。2電極半導体レーザ13から出射した光は、光導波路型SHGデバイス14の光導波路9に光結合する。光導波路9を伝搬した光は、DBRグレーティング10により1部分（本実施例では20%）が反射し、再び2電極半導体レーザ13に帰還する。2電極半導体レーザ13は、後端面と前端面とDBRグレーティング10で共振し発振するが、本実施例ではDBRグレーティング10が光導波路デバイスの2電極半導体レーザ側の端面部に形成されているため、2電極半導体レーザの前端面と、DBRグレーティング10の反射面はほぼ同じものと考えることができ、結果として安定な共振器が構成できる。DBRグレーティング10で反射しない残りの光は、光導波路9の出射端面より得られる。2電極半導体レーザは、DBRグレーティング10から帰還する光の波長にロックされ、単一縦モードの発振となる。本コヒーレント光源は、2電極半導体レーザ端面とDBRグレーティング10の端面が近接しているため、2電極半導体レーザの縦モードは2電

極半導体レーザの後端面と光導波路 9 の入射端面 (DBR 領域端面) により決まるため、共振器長が 1 mm に相当する縦モード間隔となり、 $0.1 \mu\text{m}$  程度となる。

#### 【0034】

また、2 電極半導体レーザ 13 は、活性領域 2 と非活性領域である位相調整領域 3 から構成され、位相調整領域 3 に電流注入を行うと、発振はせず、屈折率変化のみを生じる。これにより、位相変化を調整することが可能である。例えば、図 4 に示す光導波路型 SHG デバイス 14 の光導波路 9 の薄膜ヒーター 12 に電流を印加し可変することにより、DBR 領域の屈折率が変化し DBR 領域から帰還する光の波長を可変でき、2 電極半導体レーザの波長を可変することができる。通常の場合、図 6 a) に示すように半導体レーザの波長は縦モード間隔毎にとびとびの波長可変特性となるが、本実施例では位相調整領域を有する 2 電極半導体レーザであるため、図 6 b) のように連続的な波長可変特性を実現できる。

#### 【0035】

本実施例では、光導波路デバイスとして波長変換可能な SHG デバイスを用いているため、光導波路型 SHG デバイス上の DBR 領域および 2 電極半導体レーザ上の位相調整領域へ注入する電流を変化させ半導体レーザの波長を連続的に可変し、SHG デバイスの位相整合波長に一致させることにより、高効率な波長変換が実現でき、高出力の青紫色光が得られた。

#### 【0036】

$\text{LiNbO}_3$  結晶の温度に対する屈折率変化は  $4.5 \times 10^{-5}$  であり、温度に対する波長可変は  $0.017 \text{ nm}/^\circ\text{C}$  である。得られた波長可変幅は、 $0.9 \text{ nm}$  程度であり、このとき DBR 領域の温度変化は  $50^\circ\text{C}$  程度である。DBR 領域へさらに電流を注入することで波長可変幅は  $2 \text{ nm}$  程度が可能であるが、プロトン交換導波路や電極の信頼性を考えるとこれが限界である。そのため、位相整合波長と DBR 波長の波長差は、 $1 \text{ nm}$  以下であることが望ましい。

#### 【0037】

また、DBR 領域による波長可変は、電流注入により屈折率が上昇するため、長波長側への制御しかできない。SHG デバイスの DBR 波長と位相整合波長の

関係は動作温度において

DBR 波長<位相整合波長 (2)

となるように設定することが望ましい。

#### 【0038】

上記に説明するように、DBR 領域の屈折率に変化を与え、同時に半導体レーザ部の位相調整領域への注入する電流を制御することにより、安定な連続波長可変が実現できる。本実施例で説明するような、擬似位相整合型 SHG デバイスでは、位相整合に対する波長許容幅が半値全幅で 0.1nm と小さいため、本実施例のように半導体レーザの波長を連続的に波長可変できることは、光導波路型 SHG デバイスの位相整合波長に高精度に調整できることを意味し、高効率な波長可変が実現できる。

#### 【0039】

さらに、基本波である半導体レーザを直接変調し波長変換により得られる高調波光を変調する動作においても、本発明の構成は実用的効果が大きい。

#### 【0040】

活性領域と位相調整領域と DBR 領域を有する 3 電極 DBR 半導体レーザと光導波路型 SHG デバイスから構成される SHG レーザにおいて、活性領域と位相調整領域に印加する電流または電圧を相補的に (Complementary) 動作させることで、発振波長の安定性を保持しながら半導体レーザ光を変調することが可能となり、結果として高調波光出力を安定に変調できることが提案されている (特許出願番号 2000-143262)。

#### 【0041】

一般に半導体レーザを変調駆動すると、活性領域に注入された電流の一部が熱に変換される。発生した熱は活性領域の温度を上昇させるため、共振器内の位相状態が変化する。具体的には、注入する電流が増加すると発振波長は長波長側にシフトする。そのため、変調動作時において発振波長をある特定の波長に固定するためには、半導体レーザの共振器内の位相 (波長) シフトを補償する必要がある。

#### 【0042】

本実施例の図1に示す構成においても、活性領域2と位相調整領域3の2電極構造の半導体レーザであるため、図7に示すように活性領域2と位相調整領域3に注入する電流を相補的に駆動することで、発振波長シフトを抑制することができる。変調動作時においても、発振波長をSHGデバイスの位相整合波長許容幅内に固定することにより、図8に示すように光ディスクなどで要望されるランダムな変調波形においても、矩形の変調波形特性が得られた。

#### 【0043】

以上のように、2電極半導体レーザと周期的分極反転領域から形成されるDBR領域を有する光導波路デバイスから構成されるコヒーレント光源では、2電極半導体レーザが通常の窓構造ファブリペロー型レーザと同様で、3電極DBR半導体レーザの作製プロセスよりも簡素化されているため、高い歩留まり、低コストなどが期待でき、また上記に示すように、位相調整領域を利用することにより安定な波長可変および変調特性が実現でき、光導波路デバイスを集積化したコヒーレント光源としては、その実用的効果が大きい。

#### 【0044】

本実施例では、光導波路デバイスとして光導波路型SHGデバイスを例に挙げて説明したが、波長多重通信などで必要とされる波長可変DBR半導体レーザの代替として、2電極半導体レーザとDBR領域を有する光導波路デバイスから構成されるコヒーレント光源を用いても、同様の効果が得られる。この場合も、半導体レーザの作製方法が簡素化されるため、実用的に大きな効果が期待できる。

#### 【0045】

本実施例では、位相調整領域の活性層が無秩序化された2電極半導体レーザについて説明した。しかしながら、必ずしも無秩序化されている必要はない。例えば、位相調整領域のみを高抵抗化することにより、発振しきい値を増大させることができる。この場合も、電流注入により位相調整領域の屈折率を変化させることができるため、無秩序化させた位相調整領域と同様の効果が得られる。また、電流注入と共にバンドギャップが大きくなるため、徐々に損失が低減するため、パルス発振および変調動作させることも可能である。無秩序化させた位相調整領域と違った効果を得ることができる。



**【0046】**

本発明では、位相調整領域を有する2電極半導体レーザと、DBR領域が形成された光導波路型QPM-SHGデバイスが直接光結合していて、DBR領域が光導波路の入射端面に形成されているため、半導体レーザの共振器長を短く設計することができる。反射型グレーティングなどから構成される外部共振器型半導体レーザでは共振器長が長くなって、縦モード間隔が狭くなり、縦モードの制御性が低下する。本実施例のように半導体レーザとDBR領域が近接していることで、共振器長を短くすることができ、縦モード間隔を0.1nm程度まで大きくできるので、DBR領域による単一縦モード化が容易に行える。しかしながら、かならずしも直接光結合している必要はない。図5に示したように、特性にあまり悪影響を与えない範囲において光ファイバーやレンズを用いて光学的に結合する方法もある。

**【0047】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、半導体レーザの安定な波長制御、変調制御が可能となり、安定な波長変換による高調波出力発生を実現できる。また、DBR領域を半導体レーザ上に形成する必要があるため、低コストで安定なコヒーレント光源を提供出来る。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の位相調整領域を有する2電極半導体レーザの概略構成図

**【図2】**

本発明のある実施例における位相調整領域を有する2電極半導体レーザの射影図

**【図3】**

本発明のDBR領域が形成された光導波路型SHGデバイスの概略構成図

**【図4】**

本発明の2電極半導体レーザとDBR領域が形成された光導波路型SHGデバイスが直接光結合されて構成されているコヒーレント光源の概略構成図

**【図 5】**

本発明の 2 電極半導体レーザと DBR 領域が形成された光導波路型 SHG デバイスが光ファイバーやレンズにより光学的に結合されて構成されているコヒーレント光源の概略構成図

**【図 6】**

本発明の 2 電極半導体レーザの波長可変特性を示す図

**【図 7】**

本発明のコヒーレント光源の変調動作方法を示す図

**【図 8】**

本発明のコヒーレント光源の変調動作特性を示す図

**【図 9】**

従来例の 3 電極構造の DBR 半導体レーザの概略構成図

**【図 10】**

従来例のある実施例における 3 電極構造の DBR 半導体レーザの射影図

**【符号の説明】**

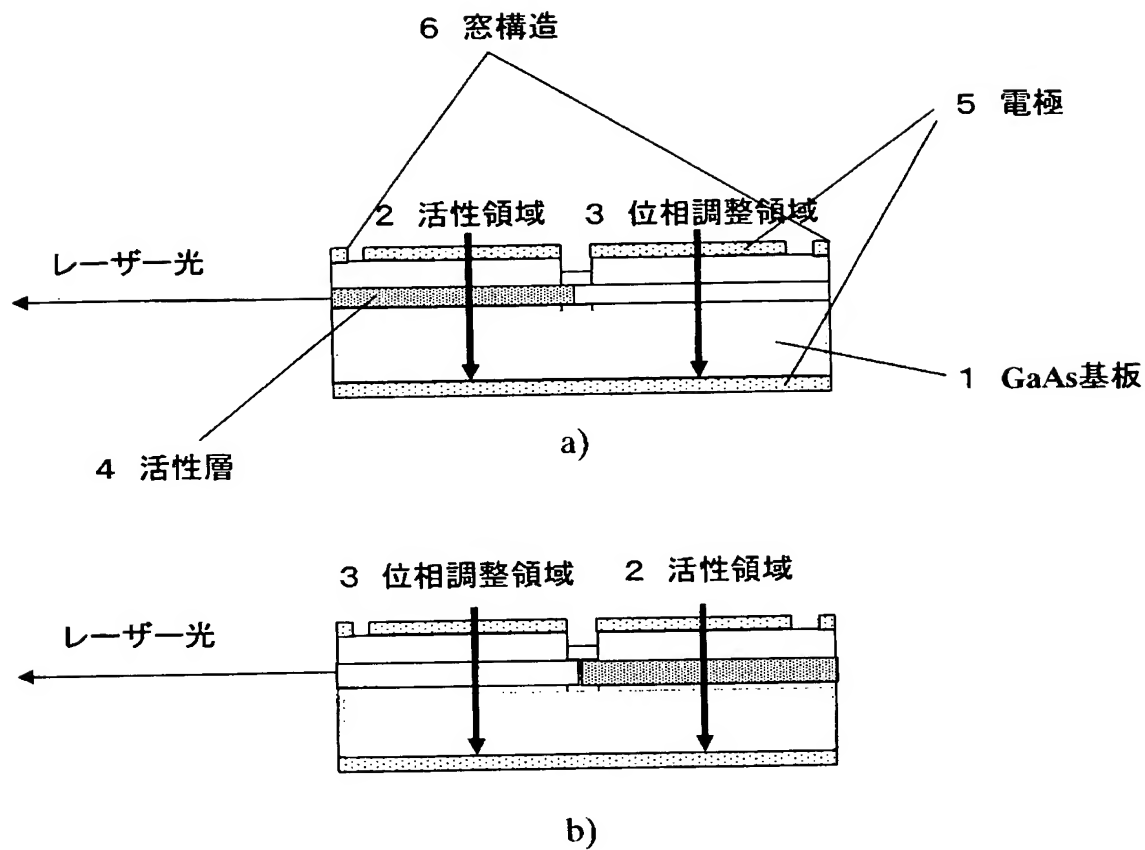
- 1 GaAs 基板
- 2 活性領域
- 3 位相調整領域
- 4 活性層
- 5 電極
- 6 窓構造
- 7 1.5 度オフカット MgO:LiNbO<sub>3</sub> 基板
- 8 周期的分極反転領域
- 9 光導波路
- 10 DBR グレーティング
- 11 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- 12 薄膜ヒーター
- 13 2 電極半導体レーザ
- 14 光導波路型 SHG デバイス

- 1 5 S i サブマウント
- 1 6 n - G a A s 基板
- 1 7 活性層
- 1 8 グレーティング
- 1 9 D B R 領域
- 2 0 位相調整領域
- 2 1 電極
- 2 2 活性領域
- 1 0 1 n 型 G a A s 基盤
- 1 0 2 n 型 G a A s バッファ層
- 1 0 3 第一クラッド層
- 1 0 4 活性層
- 1 0 5 第二クラッド層
- 1 0 6 第一光ガイド層
- 1 0 7 第二光ガイド層
- 1 0 7 ( a ) 一部不連続となる窓領域
- 1 0 8 第三クラッド層
- 1 0 9 電流ブロック層
- 1 0 9 ( a ) ストライプ状の窓
- 1 1 0 第四クラッド層
- 1 1 1 ( a ) 活性領域のコンタクト層
- 1 1 1 ( b ) 位相調整領域のコンタクト層
- 1 1 2 n 型 G a A s 基盤
- 1 1 3 n 型 G a A s バッファ層
- 1 1 4 第一クラッド層
- 1 1 5 活性層
- 1 1 6 第二クラッド層
- 1 1 7 第一光ガイド層
- 1 1 8 回折格子

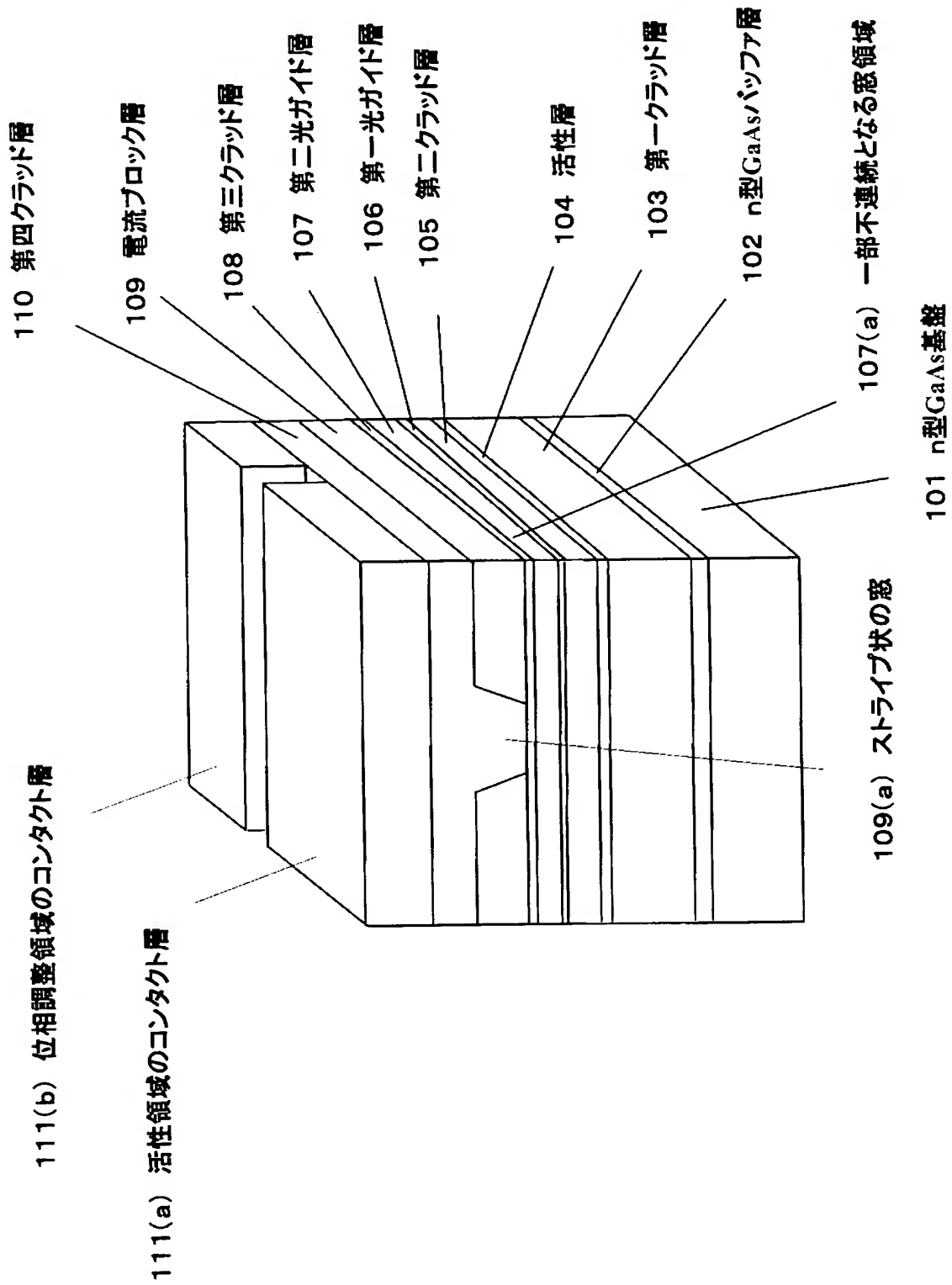
- 1 1 8 (a) 一部不連続となる窓領域
- 1 1 9 第二光ガイド層
- 1 2 0 第三クラッド層
- 1 2 1 電流ブロック層
- 1 2 1 (a) ストライプ状の窓
- 1 2 2 第四クラッド層
- 1 2 3 (a) 活性領域のコンタクト層
- 1 2 3 (b) 位相調整領域のコンタクト層
- 1 2 3 (c) DBR 領域のコンタクト層
- 2 0 1 2 電極半導体レーザ
- 2 0 2 光導波路型 SHG デバイス
- 2 0 3 光ファイバー
- 2 0 4 レンズ

【書類名】 図面

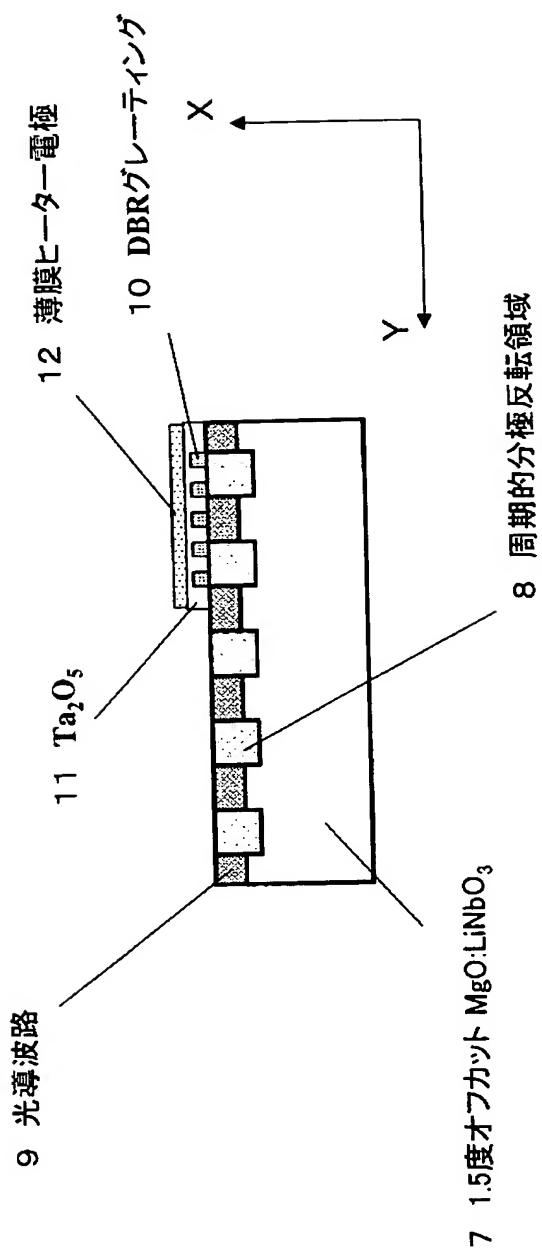
【図1】



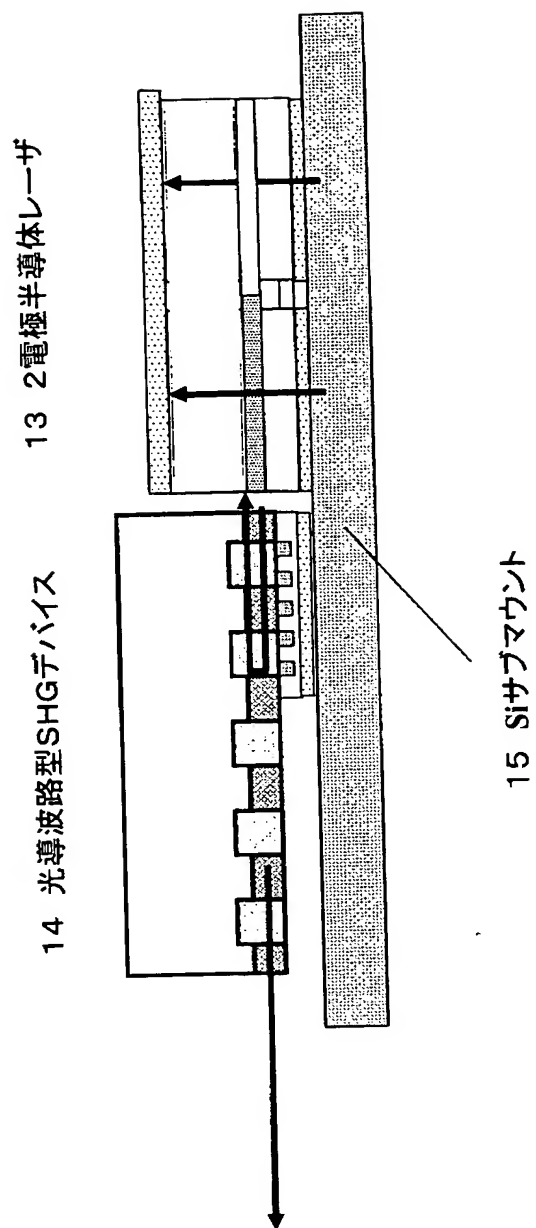
【図 2】



【図 3】

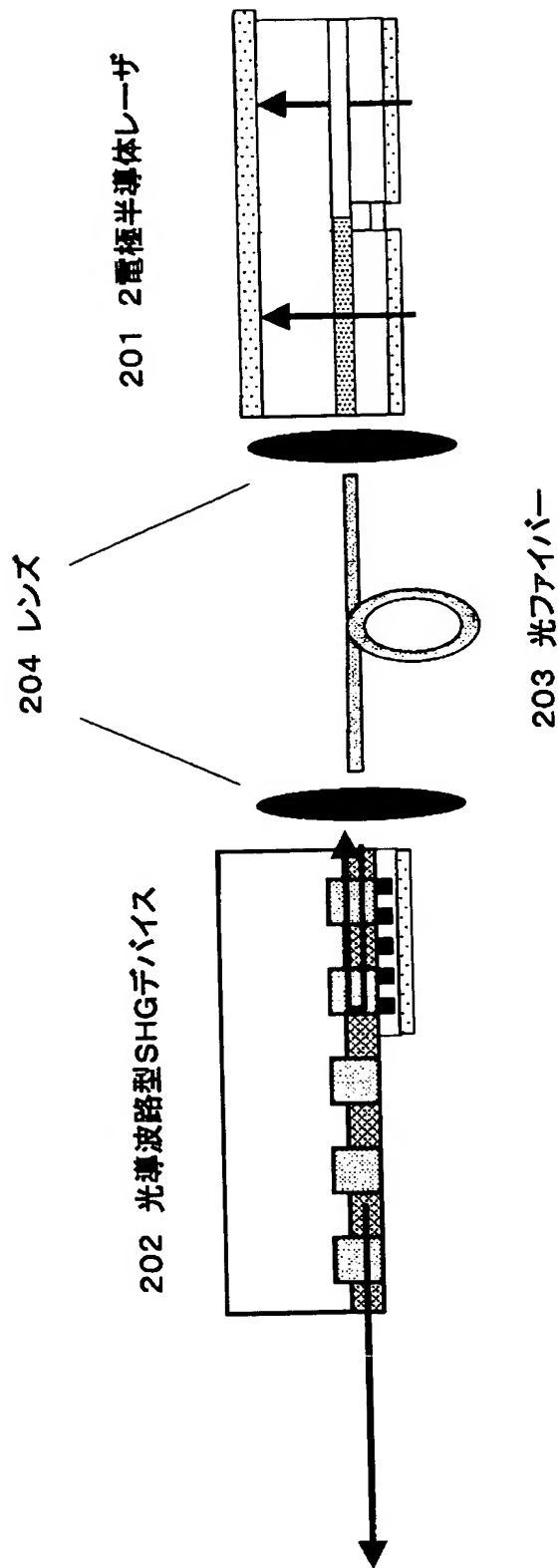


【図 4】

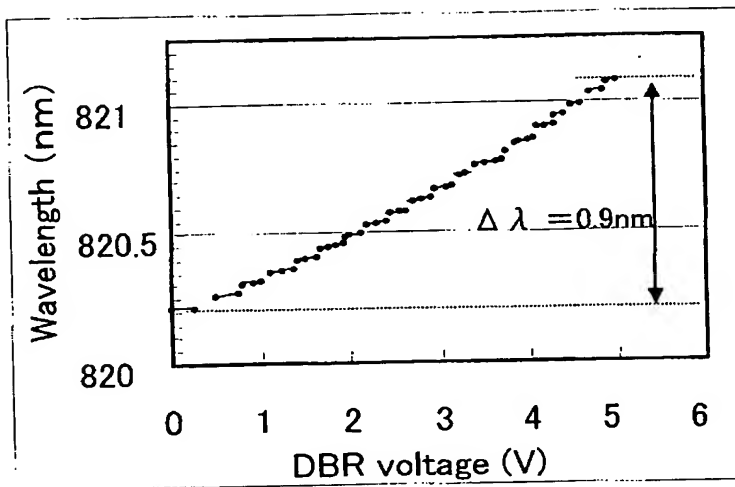




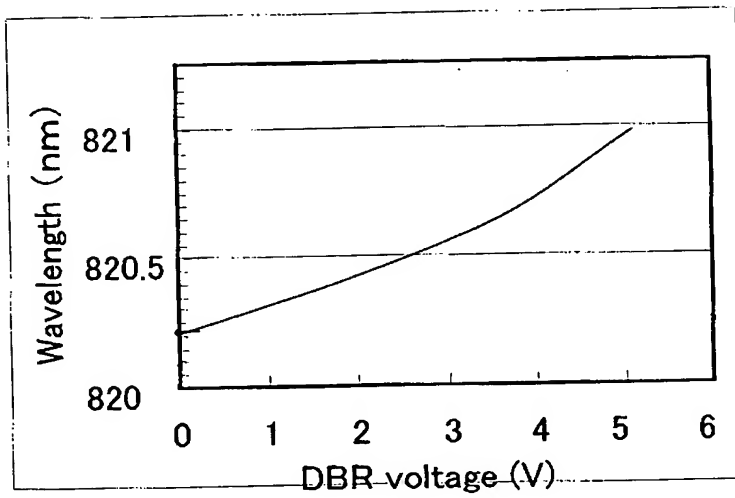
【図 5】



【図 6】

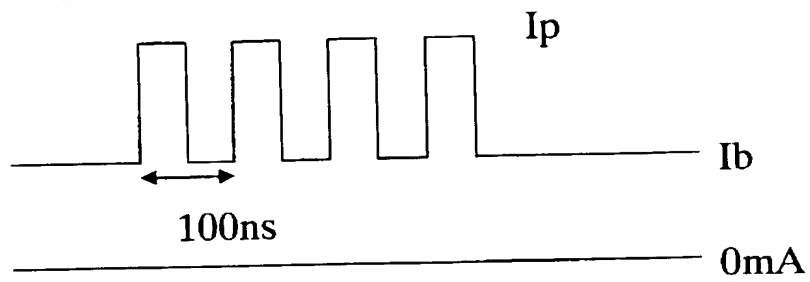
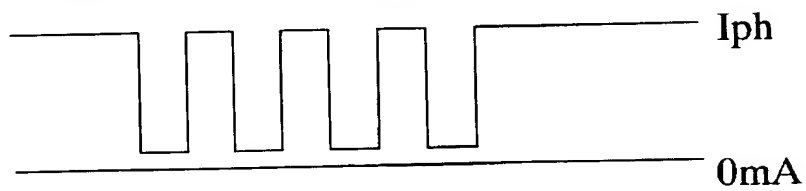


a)

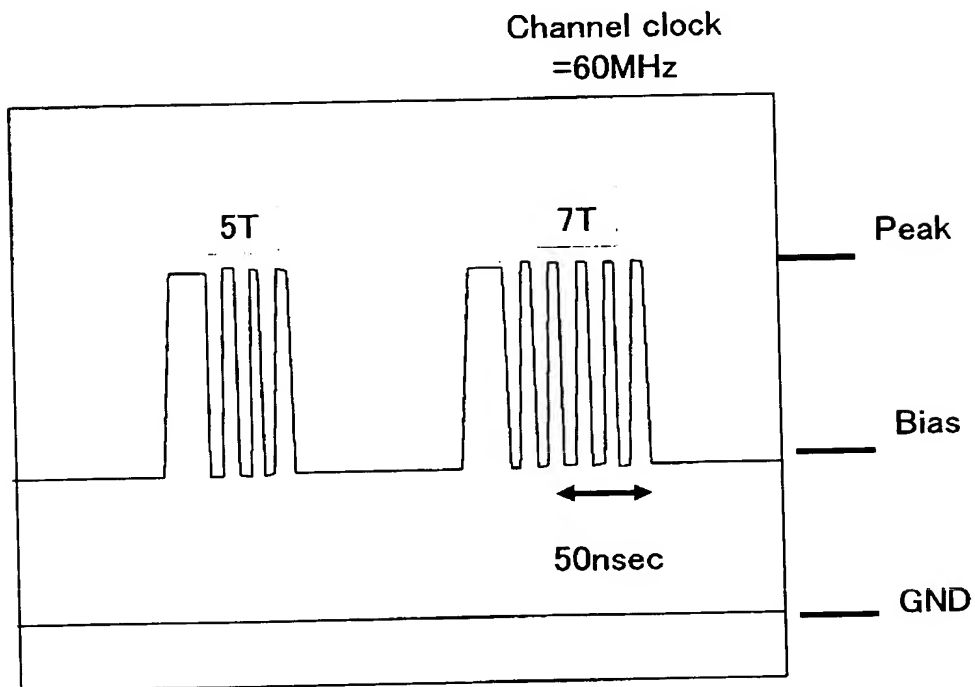


b)

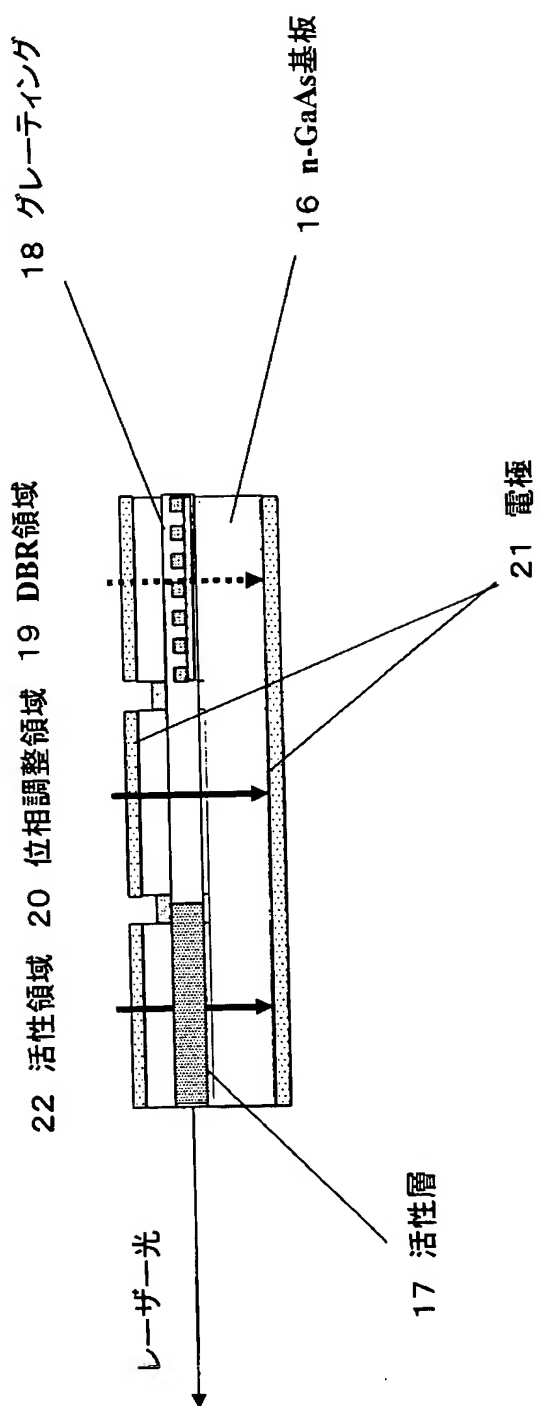
【図 7】

活性領域への注入電流位相領域への注入電流

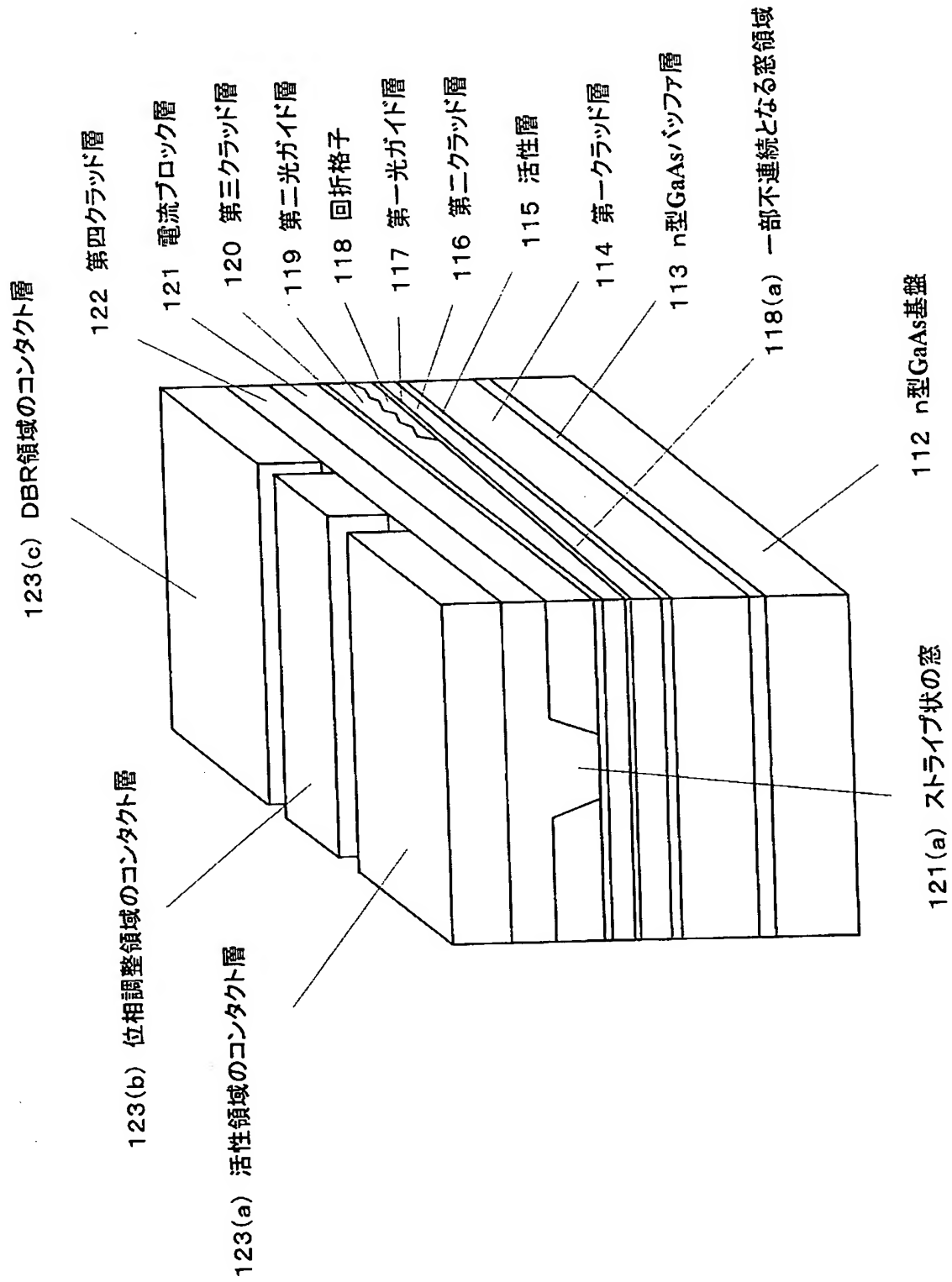
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 活性領域と位相調整領域と D B R 領域から構成される 3 電極 D B R 半導体レーザと、光導波路型 S H G デバイスから構成される光源では、3 電極 D B R 半導体レーザの作製工程が複雑であり、その特性バラツキが大きいことが問題であった。

【解決手段】 活性領域と位相調整領域を有する 2 電極半導体レーザ 2 0 1 と、D B R グレーティングを有する光導波路型 S H G デバイス 2 0 2 を備え、前記 2 電極半導体レーザ 2 0 1 から出射した光は、前記光導波路型 S H G デバイス 2 0 2 の光導波路 9 に光学的に結合しており、D B R グレーティング 1 0 で反射した光が 2 電極半導体レーザに帰還し、波長が安定化される。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 2 - 3 0 8 2 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社